

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-188303

(43)Date of publication of application : 16.08.1991

(51)Int.Cl.

G01B 11/00

G01J 1/02

(21)Application number : 01-212529

(71)Applicant : FUJITSU LTD

TOKYO ELECTRIC POWER CO
INC:THE

(22)Date of filing : 18.08.1989

(72)Inventor : SAWADA HISASHI

TANAKA AKIRA

SAWA TAKESHI

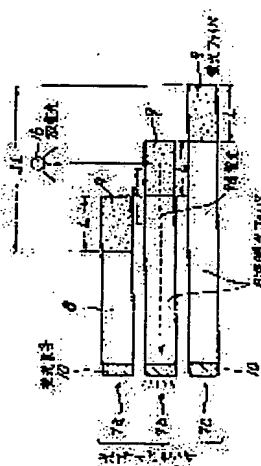
KUROSAWA KIYOSHI

(54) APPARATUS FOR DETECTING LIGHT EMITTING POSITION

(57)Abstract:

PURPOSE: To certainly detect a light emitting position over an entire region by arranging an optical fiber sensor having a fluorescent fiber in an SF₆ gaseous atmosphere and opposing the side surface of the fluorescence fiber to a region where the light emitting position must be detected.

CONSTITUTION: Optical fiber sensors 7a, 7b, 7c... are constituted by providing fluorescent fibers 9 doped with a fluorescent dye containing BPOT on one ends of transparent optical fibers 8 and providing photodetector 10 on the other ends thereof. The fluorescent fibers 9 of the respective optical fiber sensors 7a, 7b, 7c are arranged so as to be shifted in the longitudinal direction of the optical sensors. When it is assumed that discharge light emission 16 is generated at the position corresponding to the fluorescent fiber 9 of the optical fiber sensor 7b in SF₆ gas, the discharge light is incident to the fluorescent fiber 9 from the side surface thereof and fluorescence 9a generated by exciting a phosphor propagates through the transparent optical fiber to be detected by the photodetector 10 and, therefore, the generation position of the discharge light emission 16 is cleared.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-188303

⑤ Int. Cl.⁵

G 01 B 11/00
G 01 J 1/02

識別記号

A
M

庁内整理番号

7625-2F
9014-2G

④ 公開 平成3年(1991)8月16日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全8頁)

⑭ 発明の名称 発光位置検出装置

⑯ 特 願 平1-212529

⑯ 出 願 平1(1989)8月18日

⑰ 発 明 者	澤 田 寿 史	神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
⑰ 発 明 者	田 中 章	神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
⑰ 発 明 者	沢 武 司	東京都豊島区東池袋1丁目25番8号 東京電力株式会社送变电建設所内
⑰ 発 明 者	黒 澤 潔	東京都調布市西つつじヶ丘2丁目4番1号 東京電力株式会社技術研究所内
⑰ 出 願 人	富士通株式会社	神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
⑰ 出 願 人	東京電力株式会社	東京都千代田区内幸町1丁目1番3号
⑰ 復 代 理 人	弁理士 福島 康文	

明 細 書

1. 発明の名称

発光位置検出装置

2. 特許請求の範囲

1. SP。(六フッ化イオウ) 気体中における発光位置を検出する装置であって、

透明光ファイバ(8)の一端に、BBOTを含む蛍光色素をドープしてなる蛍光ファイバ(9)を設け、他端に受光素子(10)を設けることで、光ファイバセンサを構成し、

この光ファイバセンサを複数本用いると共に、それぞれの蛍光ファイバ部(9)の位置を、光ファイバセンサの長手方向にずらして配設し、任意の蛍光ファイバに入射した光によって、該蛍光ファイバ中の蛍光体を励起して起きる蛍光が、透明光ファイバ(8)中を伝播して受光素子(10)で受光されることにより、発光の存在とその位置を検出するように構成してなることを特徴とする発光位置検出装置。

2. SP。(六フッ化イオウ) 気体中における発光

位置を検出する装置であって、

BBOTを含む蛍光色素をドープしてなる蛍光ファイバ(9)の両端に受光素子(10)を設け、

前記の蛍光ファイバ(9)に側面から入射した光によって、該蛍光ファイバ(9)中の蛍光体を励起して起きる蛍光を、該蛍光ファイバ(9)中を伝播して両端の受光素子(10)で受光し、かつそれぞれの受光素子(10)の受光の強度比によって、発光の存在とその位置を検出するように構成してなることを特徴とする発光位置検出装置。

3. 発明の詳細な説明

〔概要〕

SP。(六フッ化イオウ) 気体中における放電発光位置を、光ファイバを用いて検出する装置に関し、

SP。ガス中における放電発光を、簡易な装置で、微弱な発光でも、かつあらゆる位置における発光を正確に検出可能とすることを目的とし、

SP。気体中における発光位置を検出する装置であって、

透明光ファイバの一端に、BBOTを含む蛍光色素

特開平3-188303(2)

をドープしてなる蛍光ファイバを設け、他端に受光素子を設けることで、光ファイバセンサを構成し、

この光ファイバセンサを複数本用いると共に、それぞれの蛍光ファイバ部の位置を、光ファイバセンサの長手方向にずらして配設し、任意の蛍光ファイバに入射した光によって、該蛍光ファイバ中の蛍光体を励起して起きる蛍光が、透明光ファイバ中を伝播して受光素子で受光されることにより、発光の存在とその位置を検出するように構成する。

あるいは、BBOTを含む蛍光色素をドープしてなる蛍光ファイバの両端に受光素子を設け、

かつそれぞれの受光素子の受光の強度比によって、発光の存在とその位置を検出するように構成する。

〔産業上の利用分野〕

本発明は、SF₆(六フッ化イオウ)気体中における放電発光位置を、光ファイバを用いて検出する

装置に関する。

〔従来の技術〕

第7図は、変電設備などで使用されるガス絶縁開閉装置中の放電発光位置を検出する従来装置の断面図である。このガス絶縁開閉装置は、金属製のケース1中に、SF₆(六フッ化イオウ)気体を封入し、該SF₆雰囲気中において、多数の開閉器2…を配列した構造になっている。

各開閉器2…は、極めて高圧の電流を開閉するため、各部あるいはSF₆ガスの劣化などによって、開閉器2…とケース1間でアーク放電3を起こして地絡を来したり、SF₆ガス中に異物4が有ったりすると、該異物4が誘因となって部分発光5を起こしたりすることがある。このような放電が発生すると、それを検出して、補修するなどの措置を採る必要がある。

そのために従来は、ケース1に孔を開けて、内部の匂いを嗅ぎ、焦げた匂いがすると、放電が生じたものと判定したり、放電によって生じる音や

振動を検出するなどの方法が採られていた。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、ケース1に孔をあけて匂いを嗅ぐ方法は、作業が面倒であり、とくに放電が生じた時に即時に検出できないことが致命的である。

放電音や振動を検出する方法は、強力な放電ならともかく、微弱な放電は正確に検出することが困難である。特に、放電の発生位置を正確に検出することは極めて困難である。

これに対し、ケース1の側面から多数の光ファイバ6…を挿入して、光ファイバ先端を、開閉器2…に対向させることで、発光位置を検出することが提案されている。しかしながら、この場合の光ファイバ6…は、先端からしか発光が入射できないため、隣接する光ファイバ6～6間で放電が生じた場合は、検出不可能となる。すべての放電発光を確実に検出可能とするには、6aで示すように、各開閉器2…の列の全長にわたり、光ファイバを密接して配列することが必要となり、実現性

に欠ける。また、多数の光ファイバ6…を、ケース1の中心に向けて実装することは困難で、しかも大きなスペースを必要とする。光ファイバセンサの末端に設ける集光レンズや受光素子も多数必要となり、実現性に欠ける。

本発明の技術的課題は、このような問題を一掃し、SF₆ガス中における放電発光を、簡易な装置で、微弱な発光でも、かつあらゆる位置における発光を正確に検出可能とすることにある。

〔課題を解決するための手段〕

第1図(a)(b)は本発明による発光位置検出装置の基本原理を説明する図である。(a)は複数本の光ファイバセンサを用いたもの、(b)は一本の光ファイバセンサを用いたものである。

(a)の手段は、複数本の光ファイバセンサ7a、7b、7c…が並列に配設されている。それぞれの光ファイバセンサ7a、7b、7c…は、透明の光ファイバ8の一端に、BBOT(2,5-bis(5-tert-2-butylbenzoxazolyl)thiophene)を含む蛍光色素をドープして

特開平3-188303(3)

なる蛍光ファイバ9を設け、他端に受光素子10を設けた構成になっている。

各光ファイバセンサ7a、7b、7c…の蛍光ファイバ9…は、光ファイバセンサの長手方向にずらして配設されている。そして、各蛍光ファイバ9…の側面が、SF。ガス中における発光が予想される位置に対向するように配設する。

(b)の手段は、1本の光ファイバセンサ11の側面が、SF。ガス中における発光が予想される位置に対向するように配設されている。この光ファイバセンサ11は、BDOTを含む蛍光色素をドープしてなる蛍光ファイバ12の両端に受光素子13、14を設けた構成になっている。そして、両方の受光素子13、14が、比較回路15に接続され、両方の受光素子13、14の出力値を比較することで、発光位置を検出するようになっている。

〔作用〕

BDOTを含む蛍光色素をドープしてなる蛍光ファイバ、すなわちBDOTまたはBDOTと他の蛍光色素と

の混合剤をドープしてなる蛍光ファイバは、SF。ガス中における発光に対しては、効率良く反応するため、感度に優れ、微弱な発光でも検出することができる。

しかも、蛍光ファイバは、その側面から入射した光によっても蛍光を発生するため、蛍光ファイバの側面を、発光が予想される位置に対向して配置することで、広い範囲における発光を検出できる。

すなわち、(a)図における各光ファイバセンサの蛍光ファイバ9の部分の長さLを長くしておくことで、長さLの領域における発光であれば、あらゆる位置の発光を検出できる。

そのため、いま真ん中の光ファイバセンサ7bの蛍光ファイバ9の側面に対向する位置で、SF。ガス中における放電発光16が生じたとすると、該蛍光ファイバ9に側面から入射する。そして該入射光によって、該蛍光ファイバ9中の蛍光体を励起して起きる蛍光9aが、透明光ファイバ8中を伝播して受光素子10で受光される。その結果、光ファ

イバセンサ7bの受光素子が受光したことを、該受光素子の出力信号によって、検知することで、発光位置が、真ん中の光ファイバセンサ7bの蛍光ファイバ9に対向する位置であることがわかる。

このように、各光ファイバセンサの蛍光ファイバの位置を、蛍光ファイバの長さLずつずらすことで、3本の光ファイバセンサによって3Lの長さの領域の発光を検出することができる。また、3Lの長さの領域で発光した場合は、必ずいずれかの蛍光ファイバ9…の側面に入射するため、従来の光ファイバを用いた場合のように、発光位置と対向する位置に光ファイバ端が存在しないために、検出不能となるようなことはない。

各蛍光ファイバ9…の長さLを小さくして、ずらすピッチPを小さくすれば、光ファイバセンサの本数は増加するが、分解能を高くでき、より高精度に発光位置を検出することが可能となる。

(b)のように1本の蛍光ファイバ12の両端に受光素子13、14を有し、該蛍光ファイバ12の側面を、

発光位置に対向させた場合は、いまSF。ガス中において、放電発光17が発生したとすると、蛍光ファイバ12中における、発光17に対向する位置における蛍光体が蛍光を発生する。そして、該放電発光17の蛍光ファイバ12側面への入射位置から左側の受光素子13までの距離L1よりも、該入射位置から右側の受光素子14までの距離L2が小さいので、右側の受光素子14に到達するまでの伝送損失より、左側の受光素子14に到達するまでの伝送損失が大きい。そのため、比較回路15で、両方の受光素子13と14の受光量を比較することにより、それぞれの受光素子13、14から放電光入射位置までの距離を検出し、放電発光17の位置を検知することができる。

この場合は、両方の受光素子13、14の検出信号の出力値を比較する回路15が必要となるが、光ファイバセンサが1本で足りるため、発光位置検出装置の構成が極めて簡素化され、設置スペースも小さくてすみ、ガス絶縁開閉装置などの内部の狭い空間に設置する場合に特に有効である。

〔実施例〕

次に本発明による発光位置検出装置が実際上どのように具体化されるかを実施例で説明する。

第2図は、BBOTをドープしてなる蛍光ファイバ中における蛍光変換作用を説明する図である。18は蛍光ファイバのコアであり、ポリカーボネートにBBOTをドープしたものである。このコア18の外周は、クラッド19で覆われている。クラッド19の外径は1mm程度である。

このコア18の屈折率を n_1 、クラッド19の屈折率を n_2 とすると、 $n_1 > n_2$ となっている。また蛍光ファイバの側面からの入射光20の波長を λ_1 、コア18中で全反射して伝播する蛍光21の波長を λ_2 とすると、 $\lambda_1 < \lambda_2$ の関係となる。

コア18としては、ポリカーボネートにBBOTを0.02wt%ドープしたものを用いた。またクラッド19には、ポリメチルメタクリレートとポリフッ化ビニリデンとの混合物を用いた。

ポリカーボネートにドープされているBBOT蛍光体の粒子を22とすると、このBBOT蛍光体粒子22に、

また、SF₆ガス中における放電光を受光して蛍光を発光させるには、放電光の強発光域である400～450nmの波長域の光に良好に感応する蛍光ファイバを実現することが、微弱な発光でも効率良く検出可能とするために必要である。

第4図は、ポリカーボネートにドープされたBBOT色素の蛍光スペクトルを示す図であり、横軸が波長、縦軸が蛍光強度である。この蛍光スペクトルは、ハロゲン光を、BBOTドープの蛍光ファイバの側面に照射したときの、端面からの出射光を測定したものであり、波長が450nm付近の領域で、蛍光強度がピークを示している。

第5図は、ポリカーボネートにドープされたBBOT色素の光吸収スペクトルを示す図であり、横軸が波長、縦軸が吸収率である。ルミネセンスの原理によれば、吸収ピークと同じ波長の光で励起した時、蛍光効率が大きくなる。この図から明らかなように、吸収ピーク波長は、440nm付近にあり、第3図に示す、SF₆ガス中における気体放電光の強度の大きい波長域である400～450nmの領域に

特開平3-188303(4)

蛍光ファイバの側面から入射光20が照射されると、BBOT蛍光体粒子22が蛍光を発光する。

この蛍光のうち、クラッド19に入射したとき、臨界角 θ_c より入射角が大きい成分は、21で示すように、コア18の中で全反射を繰り返して、末端まで伝播していく。臨界角 θ_c より入射角が小さい成分は、コア18からクラッド19を透過して、外部に逃げていく。

したがって、入射光20が蛍光ファイバの側面から入射したとき、BBOT蛍光体粒子22が効率的に蛍光を発光し、かつより大量の蛍光が、全反射光21として伝播していき、末端から出射できることが、SF₆ガス中における微弱な発光を検出する上で必要となる。

第3図は、ガス圧が1520TorrのSF₆気体中における火花放電の発光スペクトルを示す図である。この図から明らかなように、SF₆ガス中における気体放電（火花放電）光は、波長が400～450nmの領域で発光強度の強いことが、本発明の発明者らによって確認された。

含まれている。

以上の結果から、ポリカーボネートにBBOTをドープしてなる蛍光ファイバは、SF₆ガス中における気体放電光の強度の大きい波長域である400～450nmの光に対し、蛍光変換効率が優れており、強力な蛍光を発光できる。

表.1は、BBOTドープの蛍光ファイバの側面に、405nmの光を照射したときの、ファイバ軸方向への蛍光変換効率 η を、ベリレン色素の場合と比較した測定結果である。

表.1

色 素	η
B B O T	3.5×10^{-5}
ベリレン 赤	3.2×10^{-6}
ベリレン 緑	5.0×10^{-6}

表.1に示す実測結果からも明らかなように、BBOTをドープした蛍光ファイバは、ベリレン色素を

特開平3-188303(5)

ドーブした蛍光ファイバに比べて、蛍光変換効率が1桁も優れている。

以上のように、ポリカーボネートにBBOT色素をドーブしてなる蛍光ファイバの場合は、SF₆ガス中における気体放電光の強度の大きい波長域において、入射光に対する励起光吸収率が大きく、蛍光変換効率に優れている。そのため、SF₆ガス中における微弱な放電発光でも確実に検出することができる。

ポリカーボネートなどのコア材にドーブする蛍光色素は、BBOTのみに限定されるものではなく、BBOTと他の蛍光色素、例えばベリレン系色素などの混合体をドーブしてもよい。

表.2に、市販されている緑色、黄色、赤色のベリレン系蛍光色素が感応する光の波長域を示す。○印は、蛍光を発生することを表している。

ベリレン系色素は、SF₆ガス中における気体放電光の強度の大きい波長域である400～450nmの光にも感応する。BBOTと併用することにより、この領域の光に対する感度を高めてやることが可能

である。

表.2

色素の種類	検出波長域			
	520nm	550nm	610nm	
緑	○	—	—	—
黄	○	○	—	—
赤	○	○	○	—

蛍光ファイバのコア材は、ポリカーボネートに限られず、スチレン系やPMMA等のような他の透明樹脂を使用してもよい。

第6図は本発明の発光位置検出装置をガス絶縁開閉装置に実施した例を示す断面図である。この図において、aは、第1図の(a)に示す複数本の光ファイバセンサを用いた発光位置検出装置であり、bは、第1図の(b)に示す単一の光ファイバセンサ

を用いた発光位置検出装置である。

SF₆ガスが封入され、しかも高圧開閉器2…が内蔵されているケース1の中に、本発明の発光位置検出装置が内蔵されている。発光位置検出装置aは、ケース1中において、パイプ23の中に、第1図(a)に示す複数の光ファイバセンサ7a、7b…の束7を挿通し、それぞれの受光素子は、出力口24に内蔵され、出力口24から出力信号線25が導き出されている。なお、n本の光ファイバセンサを用い、それぞれの蛍光ファイバ部分は、蛍光ファイバ部分の存在しない箇所が発生しないように、nLの検出領域において、所定のピッチしだけずらしで配置されている。

そのため、nLの領域において、放電が発生したときは、放電光が光ファイバセンサの蛍光ファイバの側面から入射して蛍光に変換され、かつ受光素子で電気信号に変換されて、出力信号線25から出力する。そして、いずれの出力信号線から出力信号が発生したかによって、発光位置が検出される。

発光位置検出装置bは、ケース1中において、パイプ26の中に、第1図(b)に示す単一の光ファイバセンサ11を挿通し、両端の受光素子は、出力口27、28に内蔵され、出力口27、28から導き出されている出力信号線29、30が、比較回路15に接続されている。

そのため、比較回路15において、光ファイバセンサ11の両端の受光素子の検出信号の強度を比較することで、検出領域Lにおける放電光の発生位置を検出できる。

なお、本発明の発光位置検出装置をガス絶縁開閉装置に実施した例を示したが、SF₆ガス中で放電を起こすものであれば、ガス絶縁開閉装置以外の装置にも適用できることは言うまでもない。

〔発明の効果〕

以上のように本発明の発光位置検出装置によれば、蛍光ファイバを有する光ファイバセンサを、SF₆気体の雰囲気中に配設し、発光位置検出を要する領域に、蛍光ファイバの側面を対向させるこ

特開平3-188303(6)

とで、全領域にわたって確実に発光位置を検出できる。

とくに、蛍光ファイバは、BBOTを含む蛍光色素がドーブされているため、SF₆気体中における放電光の発生位置を効率的に検出でき、微弱な発光でも確実に検出し、信頼性の高い発光位置検出を行なうことができる。

蛍光ファイバの側面から発光が入射するように配置できるため、光ファイバセンサは、発光位置検出領域の長手方向に平行に配設可能で、発光位置検出装置の構成が簡易で、しかも設置スペースが小さくてすみ、ガス絶縁開閉装置などの限られたスペースに設置するのに適している。

4. 図面の簡単な説明

第1図(a)(b)は、本発明による発光位置検出装置の基本原理を説明する側面図、

第2図は、BBOTをドーブしてなる蛍光ファイバにおける蛍光変換作用を説明する図、

第3図は、ガス圧が1520TorrのSF₆気体中にお

ける火花放電の発光スペクトルを示す図、

第4図は、ポリカーボネートにドーブされたBBOT色素の発光スペクトルを示す図、

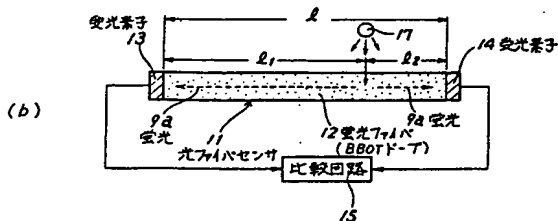
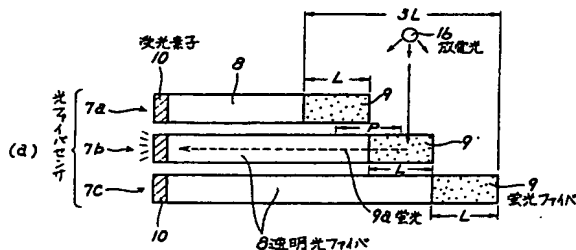
第5図は、ポリカーボネートにドーブされたBBOT色素の光吸収スペクトルを示す図、

第6図は、本発明の発光位置検出装置をガス絶縁開閉装置に適用した例を示す断面図、

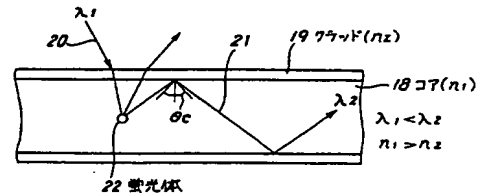
第7図は、ガス絶縁開閉装置中における放電位置を検出する従来装置を示す断面図である。

図において、1は金属ケース、2…は開閉器、3、5は放電電、7a、7b、7c、11は光ファイバセンサ、7は複数本の光ファイバセンサの束、8は透明光ファイバ、9、12は蛍光ファイバ(部)、9aは蛍光、10、13、14は受光素子、15は比較回路、16、17は放電電、18はコア、19はクラッド、22は蛍光体をそれぞれ示す。

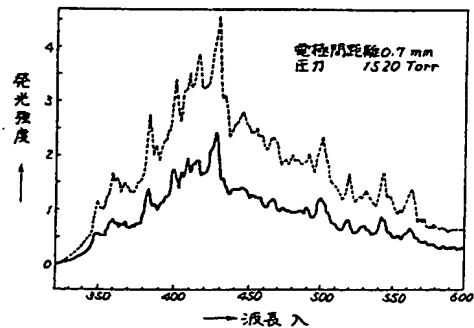
特許出願人 富士通株式会社
特許出願人 東京電力株式会社
復代理人 弁理士 福島 康文



本発明の基本原理
第1図

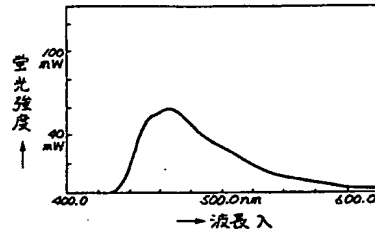


BBOTドープ蛍光ファイバにおける蛍光変換作用
第2図

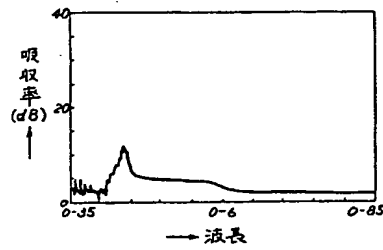


SF₆気体中における火花放電の発光スペクトル
第3図

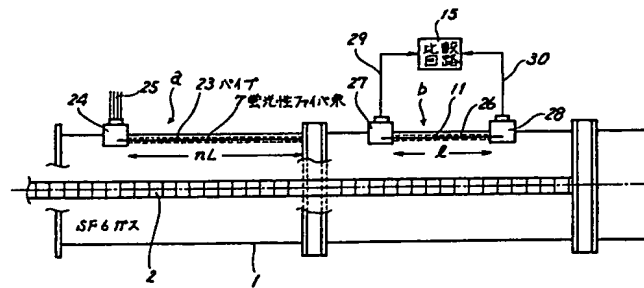
特開平3-188303(7)



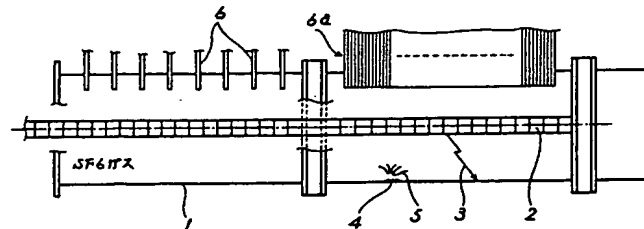
ポリカーボネートにドープされたBBOT色素の蛍光スペクトル
第4図



ポリカーボネートにドープされたBBOT色素の吸収スペクトル
第5図



本発明装置をガス絶縁開閉装置に適用した例
第6図



従来の発光位置検出装置
第7図

手続補正書(脱)

平成11年10月13日

特許庁長官 吉田 文毅 殿

1. 事件の表示 特願平1-212529
2. 発明の名称 発光位置検出装置
3. 補正をする者
事件との関係 特許出願人
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
名 称 (522) 富士通株式会社 (ほか1名)
代表者 山本 卓 哉
4. 代 理 人
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内
氏 名 (7259) 弁理士 井 村 行 真 一
5. 復 代 理 人 〒158 番(03)723-9595 FAX 723-9518
住 所 東京都世田谷区奥沢5-27-5
魚菜エステート608
氏 名 (7608) 弁理士 新 藤 康 文
6. 補正命令の日付 自発
7. 補正の対象 明細書の「発明の詳細な説明」の欄
8. 補正の内容 別紙のとおり

特開平3-188303(8)

1. 明細書第16頁第1～12行目「である。～表.2」の記載を、次のように補正する。

「である。また、この方法はBBOTの単独ドープの場合(蛍光ピークは450nm 付近)に比べて、生じる蛍光がより長波長(ペリレン色素の蛍光とほぼ同じ波長)であるため、コアの母材がポリカーボネートのような短波長域で光伝送損失の大きな重合体である場合に蛍光の伝送に非常に有利となる。

表.2

色素の種類	検出波長域			
	530nm	580nm	640nm	
緑	○	-	-	-
黄	○	○	-	-
赤	○	○	○	-